

بررسی تاثیر خروج از مرکزیت بار محوری در فرکانس های طبیعی تیر جدارنازک اولر - برنولی با استفاده از روش ماتریس سختی دینامیکی دقیق

الهام قندی^۱، بهزاد رافعی^۲، کریم عابدی^۳
۱، ۲، ۳- دانشگاه صنعتی سهند، دانشکده مهندسی عمران

Ghandi.elham@gmail

خلاصه

هدف اصلی این مقاله استخراج ماتریس سختی دینامیکی دقیق برای تیر جدارنازک اولر- برنولی با بارگذاری محوری خارج از مرکز می باشد. برای مدل سازی خمشی در این مقاله از تئوری خمشی اولر- برنولی و برای مدل سازی پیچش از تئوری پیچش ولاسوف (Vlasov) استفاده شده است. بنابراین تیر جدارنازک مذکور علاوه بر صلیب خمشی دارای صلیب پیچشی سن- ونان و صلیب تابیدگی می باشد. فرمول بندی ارائه شده در این تحقیق برای هر دو مقطع جدارنازک باز و بسته قابل استفاده است. برای استخراج معادلات دیفرانسیل جزئی حاکم بر حرکت ارتعاش آزاد و همچنین شرایط مرزی نیرویی از اصل همپلتون استفاده شده است. استخراج فرکانس های طبیعی با استفاده از روش ماتریس سختی دینامیکی دقیق به یک مساله مقدار ویژه غیرخطی منجر می شود که برای حل آن از الگوریتم Wittrick-Williams استفاده شده است. در نهایت با استفاده از مثالی- هابی اثر خروج از مرکزیت بار محوری بر فرکانس های طبیعی تیر جدارنازک با یک محور تقارن بررسی شده است.

کلمات کلیدی: تیر جدارنازک، ماتریس سختی دینامیکی دقیق، بار محوری خارج از مرکز، حرکت وابسته خمشی- پیچشی.

۱. مقدمه

یک از اعضای اساسی سازه ای، اعضای خمشی جدارنازک می باشند که به طور گسترده ای در شاخه های مهندسی مکانیک، مهندسی عمران، هوانوردی و صنعت خودرو کاربرد دارند. در این گونه اعضا به دلیل مشخصات خاص هندسی، معمولاً مرکز برش و مرکز هندسی مقطع منطبق بر هم نیستند (مگر در مواردی که سطح مقطع کاملاً متقارن باشد) و حرکت منتهجه عضو جدارنازک، ترکیبی از تغییر شکل خمشی و تغییر شکل پیچشی خواهد بود یعنی حرکت چنین عضوی حرکت وابسته خمشی- پیچشی خواهد بود. زمانیکه سطح مقطع عضو جدارنازک دارای یک محور تقارن باشد در اینصورت مرکز برش و مرکز هندسی مقطع هر دو بر روی محور تقارن قرار دارند ولی منطبق بر هم نیستند و در چنین حالتی حرکت خمشی در راستای محور تقارن مستقل از حرکت های دیگر است و حرکت خمشی در راستای عمود بر محور تقارن و حرکت پیچشی وابسته به هم هستند. اگر سطح مقطع عضو جدارنازک کاملاً متقارن باشد، حرکت های پیچشی و خمشی مستقل از هم خواهند بود.

از آنجائیکه تیرهای جدارنازک با حرکت وابسته خمشی- پیچشی (نظیر مقطع ناودانی، نبشی و ...) دارای کاربردهای عملی فراوانی هستند، تلاش هایی برای حل مسائل ارتعاشی و کماتشی آنها انجام شده است. در زمینه حل مسائل ارتعاش وابسته خمشی- پیچشی تیرهای جدارنازک برای محاسبه فرکانس های طبیعی و مودهای ارتعاشی، چندین روش مورد استفاده قرار گرفته است که از جمله آنها می توان به روش سیستم پیوسته، روش ماتریس سختی دینامیکی دقیق، روش ماتریس انتقالی و روش عناصر محدود اشاره کرد.

یکی از روش های توانمند حل مسائل ارتعاشی در مهندسی سازه، مخصوصاً زمانی که فرکانس های طبیعی بالاتر و دقت بیشتری مورد نیاز است، استفاده از روش ماتریس سختی دینامیکی دقیق [۱] است. استفاده از ماتریس سختی دینامیکی در تحلیل ارتعاشی تیرها نسبت به روش عناصر محدود دارای مزایایی است. در روش عناصر محدود مشخصات ارتعاشی یک عضو با استفاده از توابع شکل فرضی برای تغییر شکل های آن عضو بدست می آیند بنابراین دقیق نیستند، در صورتی که در روش ماتریس سختی دینامیکی مشخصات ارتعاشی عضو از حل تحلیلی معادلات دیفرانسیل حاکم بر حرکت ارتعاشی آن عضو به صورت دقیق تعیین می شوند. همچنین این روش قابلیت محاسبه تعداد بیشماری از فرکانس های طبیعی سازه را دارا می باشد. محققین زیادی از این روش برای محاسبه فرکانس های طبیعی تیرها با ارتعاش وابسته خمشی- پیچشی استفاده کردند که از آن جمله می توان به کارهای Banerjee و همکاران [۲، ۳، ۴]، Rafezy و همکاران [۵، ۶] و Shirmohammadzade و همکاران [۷] اشاره کرد. Shirmohammadzade و